




## Method of weighing motor vehicle, especially commercial vehicle

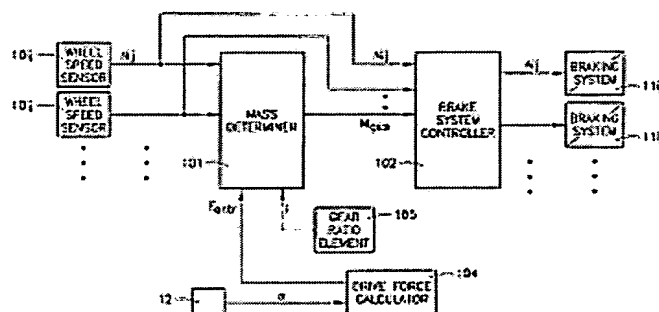
**Patent number:** DE19728867  
**Publication date:** 1999-01-07  
**Inventor:** HUMMEL STEFAN (DE); VEIL HANS (DE); LEIMBACH KLAUS-DIETER DR (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- international: G01G19/08; B60P5/00  
- european: G01G19/12, B60T8/00B4  
**Application number:** DE19971028867 19970705  
**Priority number(s):** DE19971028867 19970705

**Also published as:**

 US6314383 (B1)  
 JP11072372 (A)  
 FR2765682 (A1)

**Abstract of DE19728867**

The method involves measuring first and second acceleration values representing the vehicle accelerations at first and second times. At least two drive values ( $F_{antr}$ ) representing the drive force or the drive torque at these times are measured. At least two rolling resistances or estimated masses ( $M_i$ ) are determined depending on at least the acceleration and drive values. The identification of the mass ( $M_{ges}$ ) is at least dependent on a comparison between the determined first and second rolling resistances or estimated mass.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 197 28 867 A 1**

Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 G 19/08**  
B 60 P 5/00

21	Aktenzeichen:	197 28 867.7
22	Anmeldetag:	5. 7. 97
43	Offenlegungstag:	7. 1. 99

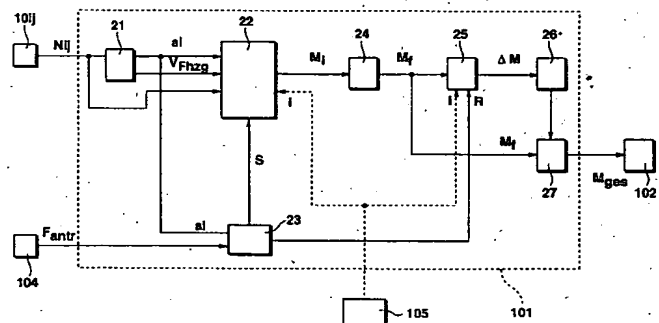
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

**(72) Erfinder:**  
Leimbach, Klaus-Dieter, Dr., 71696 Möglingen, DE;  
Veil, Hans, 71735 Eberdingen, DE; Hummel, Stefan,  
70191 Stuttgart, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

## 54 Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugmasse

Die Erfindung betrifft die Ermittlung eines die Fahrzeugmasse repräsentierenden Massenwertes eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Nutzkraftfahrzeugs, mit einer Antriebseinheit. Hierzu ist eine Erfassung wenigstens eines ersten und eines zweiten Beschleunigungswertes vorgesehen. Diese Beschleunigungswerte repräsentieren die Fahrzeugbeschleunigung zu einem ersten und einem zweiten Zeitpunkt. Weiterhin werden wenigstens ein erster und ein zweiter Antriebswert erfaßt. Diese Antriebswerte repräsentieren dabei die Antriebskraft oder das Antriebsmoment der Antriebseinheit zu dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt. Wenigstens abhängig von den erfaßten Beschleunigungswerten und den erfaßten Antriebswerten werden dann wenigstens ein erster und ein zweiter Fahrwiderstandswert bestimmt. Der Kern der Erfindung besteht darin, daß die Ermittlung des Massenwertes wenigstens abhängig von einem Vergleich wenigstens des bestimmten ersten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwertes mit dem bestimmten zweiten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwert geschieht. Durch den erfindungsgemäßen Vergleich wird eine Fahrbahnneigung erfaßt, wodurch eine durch die Fahrbahnneigung bedingte fehlerhafte Massenbestimmung vermieden wird.



**DE 197 28 867 A 1**

**DE 197 28 867 A 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung eines die Fahrzeugmasse repräsentierenden Massenwertes mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche.

Aus dem Stand der Technik sind Systeme zur Steuerung bzw. Regelung der Fahrdynamik bei Kraftfahrzeugen bekannt. Hierbei steht insbesondere die Ansteuerung der Bremssysteme im Vordergrund. Bei solchen Systemen ist die möglichst genaue Kenntnis der Fahrzeugmasse von großer Bedeutung.

Handelt es sich bei dem Kraftfahrzeug um ein Nutzkraftfahrzeug mit einem Zugfahrzeug und einem Anhänger/Auflieger, so läßt sich eine optimale Abstimmung der Bremskräfte im Sinne von Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Fahrkomfort dann erreichen, wenn die Massen des Zugfahrzeugs und des Anhängers/Aufliegers möglichst genau bekannt sind. Ist die Masse des gesamten Lastzuges bekannt, so kann bei bekannter Masse des Zugfahrzeugs die Masse des Anhängers/Aufliegers bestimmt werden. Da aber bei Nutzkraftfahrzeugen bestimmungsgemäß große Unterschiede in der Zuladung und damit in der Gesamtmasse des Fahrzeugs auftreten, muß die Gesamtmasse und die Massenverteilung zwischen Zugfahrzeug und Anhänger/Auflieger stetig neu bestimmt werden. So kann durch eine geeignete Verteilung der Bremsmomente auf die einzelnen Radbremsen die Fahrstabilität gesteigert werden.

Aus der deutschen Patentanmeldung DE 42 28 413 ist eine Bestimmung der Gesamtmasse eines Fahrzeugs bekannt, bei der während eines Beschleunigungsvorgangs des Fahrzeugs die Fahrzeuglängsbeschleunigung und die zugehörigen An- bzw. Vortriebskräfte zu zwei unterschiedlichen kurz hintereinanderfolgenden Zeitpunkten gemessen werden. Abhängig von diesen Meßgrößen kann dann die Fahrzeugmasse ermittelt werden. Hierbei wird davon ausgegangen, daß sich der Fahrwiderstand während der Massenbestimmung, beispielsweise durch eine Änderung Fahrbahnneigung, nicht wesentlich ändert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine möglichst genaue und einfache Massenbestimmung unter Berücksichtigung einer gegebenenfalls geneigten Fahrbahn aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Wie schon erwähnt betrifft die Erfindung die Ermittlung eines die Fahrzeugmasse repräsentierenden Massenwertes eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Nutzkraftfahrzeugs, mit einer Antriebseinheit. Hierzu ist eine Erfassung wenigstens eines ersten und eines zweiten Beschleunigungswertes vorgesehen. Diese Beschleunigungswerte repräsentieren die Fahrzeugbeschleunigung zu einem ersten und einem zweiten Zeitpunkt. Weiterhin werden wenigstens ein erster und ein zweiter Antriebswert erfaßt. Diese Antriebswerte repräsentieren dabei die Antriebskraft oder das Antriebsmoment der Antriebseinheit zu dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt. Wenigstens abhängig von den erfaßten Beschleunigungswerten und den erfaßten Antriebswerten werden dann wenigstens ein erster und ein zweiter Fahrwiderstands- oder Massenschätzwert bestimmt. Der Kern der Erfindung besteht darin, daß die Ermittlung des Massenwertes wenigstens abhängig von einem Vergleich wenigstens des bestimmten ersten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwertes mit dem bestimmten zweiten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwert geschieht.

Durch den erfindungsgemäßen Vergleich wird eine Fahrbahnneigung erfaßt, wodurch eine durch die Fahrbahnneigung bedingte fehlerhafte Massenbestimmung vermieden wird, ohne daß ein weiterer Sensor ist für die Bestimmung der Masse und/oder zur Bestimmung der Fahrbahnneigung nötig ist. Die Masse kann während eines einzigen Beschleunigungsvorgangs ermittelt werden, wobei der erfindungsgemäße Algorithmus einfach zu applizieren ist. Dabei hat sich herausgestellt, daß das erfindungsgemäß erzielte Ergebnis der Massenabschätzung für die Praxis genügend genau ist.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Zeitpunkte derart gewählt werden, daß sich die erfaßten Antriebswerte in vorgebbare Weise voneinander unterscheiden. Hierbei ist insbesondere daran gedacht, daß die Differenz bzw. die Differenzen zwischen den erfaßten Antriebswerten einen vorgebbaren ersten Schwellenwert überschreitet bzw. überschreiten. Diese Ausgestaltung hat den Hintergrund, daß sich eine Fahrbahnneigung oder eine Fahrbahnsteigung in den Beschleunigungswerten des Fahrzeugs dann besonders stark auswirkt, wenn stark unterschiedliche Antriebswerte vorliegen.

Weiterhin oder insbesondere alternativ zur letztgenannten Variante kann vorgesehen sein, daß ein die Übersetzung des Fahrzeuggetriebes repräsentierendes Signal erzeugt wird. Die Zeitpunkte, zu denen die Beschleunigungs- und Antriebswerte erfaßt werden, können dann in Abhängigkeit von dem erzeugten Signal gewählt werden. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, daß zu diesen Zeitpunkten unterschiedliche Getriebeübersetzungen vorliegen. Auf diese Weise kann in einfacher Weise sichergestellt werden, daß die Antriebskräfte, die zur Bestimmung der Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte herangezogen werden, hinreichend unterschiedlich sind. Die unterschiedlichen Antriebskräfte, welche zur Erkennung des Hangs nötig sind, werden bei dieser Ausgestaltung mit Hilfe einer "Getriebegangverfolgung" realisiert. Dies hat den Hintergrund, daß während des Anfahrens die Getriebeübersetzung kleiner wird und damit bei zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit kleinere Kräfte an der Antriebsachse wirken.

Zu dem erfindungsgemäßen Vergleich wird vorteilhafterweise ermittelt, ob die bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte innerhalb eines vorgebbaren Bereichs liegen. Hierbei kann insbesondere ermittelt werden, ob die Differenz bzw. die Differenzen zwischen den bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerten einen vorgebbaren zweiten Schwellenwert über- oder unterschreitet bzw. über- oder unterschreiten. Auf diese Weise kann bestimmt werden, ob sich das Fahrzeug momentan auf einer geneigten Fahrbahn befindet, da sich in diesem Fall die Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte, die bei unterschiedlichen Antriebswerten erfaßt worden sind, signifikant unterscheiden.

Zur Ausblendung von kurzfristigen Schwankungen werden die bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte vorteilhafterweise tiefpaßgefiltert.

Insbesondere ist vorgesehen, daß der Massenwert nur dann ermittelt wird, wenn die bestimmten Fahrwiderstands-

oder Massenschätzwerte innerhalb eines vorgebbaren Bereichs liegen, wenn also keine oder nur eine geringe Fahrbahnneigung vorliegt. Dies gewährleistet die sichere Bestimmung eines Massenwertes.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zur Ermittlung des Massenwertes weiterhin wenigstens einer der bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte herangezogen wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß als Massenwert der Mittelwert aus wenigstens zwei der bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ermittelt wird. Dies erhöht die Güte des erfindungsgemäß bestimmten Massenwertes.

Wird zur Bestimmung der Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte weiterhin ein die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentierender Wert und/oder ein die Drehgeschwindigkeit der Fahrzeugräder repräsentierender Wert herangezogen, so können die Einflüsse des Luftwiderstands und/oder der Trägheitsmomente der Fahrzeugräder bei der erfindungsgemäßen Massenbestimmung berücksichtigt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

### Zeichnung

Die Fig. 1 zeigt ein Übersichtsblockschaltbild der Erfindung, während das in der Fig. 2 dargestellte Blockschaltbild detaillierter auf das Ausführungsbeispiel eingeht. In der Fig. 3 ist die Abhängigkeit der Massenbestimmung von der Antriebskraft bei unterschiedlichen Fahrbahnneigungen zu sehen.

### Ausführungsbeispiel

Anhand des im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiels soll die Erfindung beschrieben werden.

Die Fig. 1 zeigt dazu mit den Blöcken 10ij Raddrehzahlsensoren, die die Drehgeschwindigkeiten der Fahrzeugräder erfassen. Die Raddrehzahlsignale  $N_{ij}$  werden dem Block 101 zugeführt, der einen die Fahrzeuggesamtmasse repräsentierenden Massenwert  $M_{ges}$  ermittelt und diesen dem Block 102 zuführt. Im Block 102 werden abhängig von der Gesamtmasse  $M_{ges}$ , den Raddrehzahlen  $N_{ij}$  und ggf. abhängig von weiteren Signalen die Bremssysteme 11ij, insbesondere die einzelnen Radbremssysteme, durch die Ansteuersignale  $A_{ij}$  angesteuert.

Zur Massenbestimmung werden dem Block 101 weiterhin die im Block 104 ermittelte Antriebskraft  $F_{antr}$  bzw. das Antriebsmoment zugeführt. Optional kann dem Block 101 ein Signal  $i$  zugeleitet werden, das die momentane Übersetzung des Fahrzeuggetriebes repräsentiert.

Im folgenden soll die Massenbestimmung 101 des Fahrzeuges oder der Fahrzeugkombination (Zugfahrzeug plus Anhänger oder Auflieger) anhand der Fig. 2 näher beschrieben werden.

Ausgangspunkt für die Bestimmung der Masse  $M_{ges}$  eines Fahrzeuges ist die Kraftbilanz bzw. eine Energiebilanz in der Längsrichtung der Fahrzeugbewegung. Dazu werden Betriebsphasen verwendet, in denen an den Rädern wirkenden Brems- und Antriebsmomente bekannt sind.

Im folgenden wird die Bestimmung der Masse  $M_{ges}$  für eine Beschleunigung  $a_{Fhzg}$  eines Fahrzeuges beschrieben. Für einen Beschleunigungsvorgang lautet die Kraftbilanz:

$$M_{ges} \cdot a_{Fhzg} = F_{antr} - F_{Roll} - F_{Luft} - F_{Hang} - F_{Rot} \quad (1).$$

Hierbei bedeuten:

$a_{Fhzg}$  die Fahrzeugbeschleunigung

$F_{antr}$  die Antriebskraft

$F_{Roll}$  die Rollwiderstandskraft

$F_{Luft}$  die Luftwiderstandskraft

$F_{Hang}$  die Hangabtriebskraft

$F_{Rot}$  die Kraft zur Beschleunigung rotierender Massen (Räder, Getriebe, ...).

Die aktuelle Fahrzeugbeschleunigung  $a_{Fhzg} = a_i$  zum Zeitpunkt  $t_i$  wird dabei im Block 21 aus den Raddrehzahlen  $N_{ij}$  in bekannter Weise durch Differenzieren gebildet. Die Bildung der aktuellen Antriebskraft  $F_{antr} = F_{antri}$  zum Zeitpunkt  $t_i$  wird im Block 104 (Fig. 1) im allgemeinen abhängig von den im Motorsteuergerät vorliegenden Daten ermittelt. Dies wird im Laufe dieses Ausführungsbeispiels noch beschrieben werden.

Die Luftwiderstandskraft  $F_{Luft}$  kann nach der Gleichung

$$F_{Luft} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho_{Luft} \cdot A \cdot v_{Fhzg}^2 \quad (2)$$

bestimmt werden, wobei für  $c_w$  und  $\rho_{Luft}$  plausible Näherungswerte eingesetzt werden. Die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v_{Fhzg}$  wird ebenfalls aus den Raddrehzahlen in bekannter Weise im Block 21 gebildet.

Der Wert  $F_{Rot}$  ergibt sich aus den gemessenen Raddrehzahlen  $N_{Rad} = N_{ij}$  und dem gesamten Trägheitsmoment aller Räder  $J_{Rad}$ :

$$F_{Rot} = \frac{dN_{Rad}}{dt} \cdot J_{Rad} \cdot \frac{1}{r_{Rad}} \quad (3)$$

Bei Fahrzeuggespannen (Zugfahrzeug mit Auflieger oder Anhänger) mit ständig wechselnden Anhängern oder Aufliegern muß für das Trägheitsmoment der Anhänger- bzw. Aufliegeräder ein Ersatzwert angenommen werden.

Der Rollwiderstand  $F_{\text{Roll}}$  wird in diesem Ausführungsbeispiel vernachlässigt.

Bei ebener Straße kann ein die Fahrzeugmasse zum Zeitpunkt  $t_i$  repräsentierender Wert  $M_i$  nach der Gleichung

$$M_i = \frac{F_{\text{antri}} - F_{\text{Lufti}} - F_{\text{Roti}}}{a_i} \quad (4)$$

mit den zum Zeitpunkt  $t_i$  aktuellen Werten  $F_{\text{antri}}$ ,  $a_i$ ,  $F_{\text{Roti}}$ ,  $F_{\text{Lufti}}$  bestimmt werden. Dies geschieht, zunächst unabhängig von der Fahrbahnneigung, im Block 22. Im Block 24 wird der so gewonnene Massenwert  $M_i$  tiefpaßgefiltert zu dem gefilterten Massenwert  $M_f$ .

Befährt das Fahrzeug eine in Fahrtrichtung geneigte Fahrbahn (Steigung oder Gefälle), so führt die Gleichung (4) – sowie jede andere physikalische Bilanzgleichung – zu einem erheblichen Schätzfehler, da sich der Fahrwiderstand durch die Hangneigung erheblich verändert. Im Falle einer geneigten Fahrbahn beinhaltet der nach der Gleichung (4) ermittelte Massenwert  $M_i$  einen erheblichen Fahrwiderstandsanteil.

Deshalb ist ein Verfahren notwendig, das bei zu großer Hangneigung die dadurch bewirkte Fahrwiderstandsänderung berücksichtigt und den errechneten Massenschätzwert verwirft bzw. korrigiert.

Die Fig. 3 stellt vereinfacht dar, welche Massenwerte  $M_i$  während eines Anfahrvorgangs bzw. während eines Beschleunigungsvorgangs nach der Gleichung (4) im Block 22 ermittelt werden. Demnach ist auf ebener Straße (Verlauf a) die geschätzte Masse  $M_i$  unabhängig davon, bei welcher Antriebskraft  $F_{\text{antri}}$  die Messung erfolgt. Am Hang (Verlauf b) werden jedoch bei unterschiedlichen Antriebskräften  $F_{\text{antri}}$  auch unterschiedliche Massen  $M_i$  geschätzt. Dies wird zur Erkennung der Hangneigung ausgenutzt.

Die Hangneigung wird während einer beschleunigten Phase durch die Bestimmung der Fahrzeugmasse berücksichtigt. Dabei ist davon auszugehen, daß während des Anfahrens zunächst eine große Übersetzung des Getriebes vorliegt.  $M_i$  zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit und kleineren Getriebeübersetzungen nimmt die Antriebskraft dadurch an der angetriebenen Achse ab.

Liegen während des Anfahrvorgangs nur kleine Fahrwiderstände vor (Fahrbahn relativ eben), so ist keine bzw. nur eine kleine geschätzte Massendifferenz  $\Delta M$  zwischen Phasen, in denen große und kleine Antriebskräfte  $F_{\text{antri}}$  wirken, festzustellen (siehe Verlauf a in Fig. 3).

Wird allerdings während des Anfahrens eine größere Differenz  $\Delta M$  zwischen den geschätzten Massen in Phasen hoher und niedrigerer Antriebskräfte  $F_{\text{antri}}$  ermittelt, so wird davon ausgegangen, daß die Fahrwiderstände für diesen Anfahrvorgang nicht zu vernachlässigen sind. Der so ermittelte Massenwert muß dann korrigiert oder für nicht gültig erklärt werden.

Wie in der Fig. 2 dargestellt, werden die Massenschätz- bzw. Fahrwiderstandswerte  $M_i$  nach Gleichung (4) im Block 22 nur dann ermittelt, wenn eine hinreichend hohe Fahrzeugbeschleunigung  $a_i$  und während eines Beschleunigungsvorgangs hinreichend unterschiedliche Antriebswerte  $F_{\text{antri}}$  vorliegen. Um dies sicherzustellen, werden im Block 23 die Antriebswerte  $F_{\text{antri}}$  und/oder die Beschleunigungswerte  $a_i$  mit vorgebbaren Schwellen verglichen. Das im Block 23 erzeugte Signal S steuert unter diesen Gesichtspunkten die Bildung der Werte  $M_i$  im Block 22.

Hier sei erwähnt, daß die Funktion des Blocks 22 nicht auf die o.g. Gleichung (4) beschränkt ist; es kann im Block 22 auch jedes andere Schätzverfahren eingesetzt werden.

Zur Erkennung, ob eine signifikante Fahrbahnneigung vorliegt, werden im Block 25 die Differenzen  $\Delta M$  der im Block 24 tiefpaßgefilterten Massenwerte  $M_f$  gebildet. Es ist also mindestens eine Differenz  $\Delta M$  aus zwei Schätzwerten  $M_f$  zu bestimmen und zwar je ein Schätzwert für große bzw. kleine Antriebskräfte  $F_{\text{antri}}$ . Zur Sicherstellung, daß die Differenzbildung 25 nur Differenzen von Massenwerten bei hinreichend unterschiedlichen Antriebswerten bildet, wird die Differenzbildung 25 durch das Signal R vom Block 23 gesteuert.

Im Block 26 wird ermittelt, ob der so bestimmte Differenzwert  $\Delta M$  innerhalb eines vorgebbaren Bereichs liegt. Dies kann durch derart geschehen, daß die Differenz  $\Delta M$  mit einer vorgebbaren Schwelle oder, je nach Vorzeichen von  $\Delta M$ , mit vorgebbaren Schwellen verglichen wird.

Wird im Block 26 festgestellt, daß die Differenz  $\Delta M$  außerhalb des Bereichs liegt (Über- bzw. Unterschreitung der entsprechenden Schwellen), der eine Fahrt in der Ebene repräsentiert, so wird der Block 27 derart angesteuert, daß kein Wert  $M_{\text{ges}}$  für die Masse gebildet wird.

Wird im Block 26 festgestellt, daß die Differenz  $\Delta M$  innerhalb des Bereichs liegt (Über- bzw. Unterschreitung der entsprechenden Schwellen), der eine Fahrt in der Ebene repräsentiert, so wird der Block 27 derart angesteuert, daß als Wert  $M_{\text{ges}}$  für die Masse der gefilterte Wert  $M_f$  herangezogen wird. Besonders vorteilhaft ist es dabei, als Massenwert  $M_{\text{ges}}$  den Mittelwert aus mehreren Werten  $M_f$  zu nehmen.

Im folgenden wird auf die Ermittlung der Antriebskraft  $F_{\text{antri}}$  im Block 104 eingegangen. Die zur Schätzung benötigte Antriebskraft  $F_{\text{antri}}$  kann aus dem von der Motorsteuerung bereitgestellten Motormoment unter Berücksichtigung des Übersetzungsverhältnisses sowie der Verluste in Motor und Getriebe wie folgt berechnet werden:

Das von der Motorsteuerung EDC ausgegebene Motormoment  $M_{\text{Mot\_EDC}}$  setzt sich aus dem Antriebsmoment  $M_{\text{Mot\_Antri}}$ , einem Motorverlustmoment  $M_{\text{Mot\_Verl}}$  und einem Fahrzeugverlustmoment  $M_{\text{Fhgz\_Verl}}$  zusammen.

$$M_{\text{Mot\_EDC}} = M_{\text{Mot\_Antri}} + M_{\text{Mot\_Verl}} + M_{\text{Fhgz\_Verl}} \quad (5).$$

$M_{\text{Mot\_Antri}}$  ist dabei das am Getriebeeingang wirkende Antriebsmoment.  $M_{\text{Mot\_Verl}}$  ist der Anteil, welcher sich aus den Motorreibverlusten  $M_{\text{Mot\_Reib}}$  und den Motorbeschleunigungsverlusten  $M_{\text{Mot\_}\theta}$  (incl. Kupplung) zusammensetzt.

$$M_{\text{Mot\_Verl}} = M_{\text{Mot\_Reib}} + M_{\text{Mot\_}\theta} \quad (6).$$

Die Motorverluste  $M_{\text{Mot\_Verl}}$  lassen sich durch Reibverluste  $M_{\text{Mot\_Reib}}$  und Verluste durch die Beschleunigung des Mo-

tors  $M_{\text{Mot}_\theta}$  beschreiben. Dabei sind die Reibverluste des Motors eine Funktion der Motordrehzahl  $n_{\text{Mot}}$  und der Wassertemperatur  $t_{\text{Wasser}}$

$$M_{\text{Mot}_\text{Reib}} = f(n_{\text{Mot}}, t_{\text{Wasser}}) \quad (7).$$

Die Verluste, welche durch die Beschleunigung des Motors ( $M_{\text{Mot}_\theta}$ ) entstehen, ergeben sich aus der Motordrehzahlbeschleunigung und einem Trägheitsmoment  $J_{\text{Mot}}$ , welches den Motor sowie Teile des Antriebsstrangs enthält.

$$M_{\text{Mot}_\theta} = f\left(\frac{dn_{\text{Mot}}}{dt}\right) = \frac{d\omega_{\text{Mot}}}{dt} * J_{\text{Mot}} \quad (8)$$

Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Verluste läßt sich dann aus dem Motorantriebsmoment mit Hilfe der Gesamtübersetzung  $i_{\text{ges}}$  (Getriebe, Differential, ...) ein Moment berechnen, welches an den Antriebsrädern wirkt.

$$M_{\text{Antr}} = \frac{M_{\text{Mot}_\text{Antr}} * \eta_{\text{Getr}}}{i_{\text{ges}}} \quad (9)$$

Dabei entspricht  $\eta_{\text{Getr}}$  dem Momentenverlust in Getriebe und Differential.

Die Gesamtübersetzung bestimmt sich aus dem Verhältnis von Motordrehzahl  $n_{\text{Mot}}$  zur Raddrehzahl der angetriebenen Räder  $n_{\text{Rad}}$

$$i_{\text{ges}} = \frac{n_{\text{Mot}}}{n_{\text{Rad}}} \quad (10)$$

Aus dem Moment, welches an den Antriebsrädern wirkt bestimmt sich über den Radradius  $r_{\text{Rad}}$  die Antriebskraft  $F_{\text{Antr}}$

$$F_{\text{Antr}} = \frac{M_{\text{Antr}}}{r_{\text{Rad}}} \quad (11)$$

Mögliche Varianten des bisher beschriebenen Verfahrens bestehen in folgenden Ausgestaltungen:

Die unterschiedlichen Antriebskräfte  $F_{\text{Antri}}$ , welche zur Erkennung der Fahrbahneigung nötig sind, werden mit Hilfe einer "Getriebeangabefolgerung" realisiert. Hierzu wird, wie in der Fig. 1 und 2 zu sehen ist, das die Getriebeübersetzung repräsentierende Signal  $i$  dem Block 22 zugeführt. Es werden nun die Fahrwiderstands- bzw. Massenschätzwerte  $M_i$  nur dann gebildet, wenn unterschiedliche Getriebeübersetzungen vorliegen. Ebenso kann mit dem Signal  $i$  die Differenzbildung im Block 25 derart gesteuert werden, daß nur Differenzen  $\Delta M$  von Werten  $M_i$  gebildet werden, die bei unterschiedlichen Getriebeübersetzungen bestimmt worden sind.

Das hat den Hintergrund, daß während des Anfahrens die Getriebeübersetzung kleiner wird und damit bei zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit kleinere Kräfte  $F_{\text{Antri}}$  an der Antriebsachse wirken. Hierdurch kann beispielsweise die beschriebene Steuerung der Blöcke 22 und 25 durch das Signal  $S$  bzw.  $R$  entfallen.

Wird während der beschleunigten Phase erkannt, daß andere Größen die Antriebskraft beeinflussen, so wird die Abschätzung der Masse unter- bzw. abgebrochen.

Die Massendifferenz  $\Delta M$ , welche zum Erkennen der Fahrwiderstände benötigt wird, ergibt sich aus dem Ergebnis des Schätzers 22. Der Block 25 kann beispielsweise derart ausgestaltet sein, daß die berechnete Masse in einem Sample-and-Hold gespeichert wird. Damit ist es ausreichend, für die hohen und niedrigeren Kraftbereiche nur einen einzigen Schätzer zu verwenden.

Eine Verbesserung der Schätzung kann durch die Berücksichtigung von Betriebszuständen, in denen sich das Fahrzeug befindet, erfolgen. Liegt z. B. während eines Anfahrvorgangs ein übermäßiger Antriebsschlupf vor, so daß beispielsweise eine Antriebsschlupfregelung zum Einsatz kommt, so sollte dieser Anfahrvorgang nicht zur Bestimmung der Masse zugelassen werden.

Weiterhin ist vorteilhaft, einen schon vorliegenden Wert für die Fahrzeugmasse als Startwert zu berücksichtigen. Als ein solcher Startwert kann beispielsweise ein gemessener Wert für die Achslast (ALB-Wert) herangezogen werden. Auf diese Weise kann die erfindungsgemäße Massenbestimmung optimiert werden.

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß bei der erfindungsgemäßen Bestimmung der Fahrzeugmasse ein Parameterschätzverfahren für nur einen Parameter verwendet wird. Dies ist durch die Verwendung von nur einem Parameter gegenüber den anderen bekannten Verfahren vereinfacht und kommt somit den Anforderungen einer praxistauglichen Realisierung am nächsten. Der Schätzer 22 mit einem Parameter wird durch Triggersignale  $S$  bzw.  $i$  gesteuert bzw. kontrolliert. Für weitergehende Anforderungen kann es durchaus sinnvoll sein, die Bestimmung der Masse mit mehreren Schätzern durchzuführen.

Erfindungsgemäß wird die Fahrzeuggesamtmasse  $M_{\text{ges}}$  bei hohen und niedrigen Werten der Antriebskraft abgeschätzt. Hierzu werden erfindungsgemäß Kriterien für die Beurteilung der geschätzten Massendifferenz und damit eine Triggierung des Schätzverfahrens vorgestellt.

Die Erfindung hat im wesentlichen folgende Vorteile:

- Kein weiterer Sensor ist für die Bestimmung der Masse nötig.
- Die Fahrzeugmasse wird während eines einzigen Beschleunigungsvorgangs ermittelt.
- Der erfindungsgemäße Algorithmus ist einfach applizierbar.

- Das erfindungsgemäß erzielte Ergebnis der Massenabschätzung ist für die Praxis genügend genau.

# Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines die Fahrzeugmasse repräsentierenden Massenwertes ( $M_{ges}$ ) eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Nutzkraftfahrzeugs, mit einer Antriebseinheit, wobei folgende Schritte getätigt werden:
  - Erfassung wenigstens eines ersten und eines zweiten Beschleunigungswertes ( $a_1, a_2$ ), die die Fahrzeugbeschleunigung zu einem ersten und einem zweiten Zeitpunkt ( $t_1, t_2$ ) repräsentieren,
  - Erfassung wenigstens eines ersten und eines zweiten Antriebswertes ( $F_{antr1}, F_{antr2}$ ), die die Antriebskraft oder das Antriebsmoment der Antriebseinheit zu dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt repräsentieren,
  - Bestimmung wenigstens eines ersten und zweiten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwertes ( $M_1, M_2$ ) wenigstens abhängig von den erfaßten Beschleunigungswerten und den erfaßten Antriebswerten,
  - Ermittlung des Massenwertes ( $M_{ges}$ ) wenigstens abhängig von einem Vergleich wenigstens des bestimmten ersten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwertes und mit dem bestimmten zweiten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Zeitpunkte ( $t_1, t_2$ ) derart gewählt werden, daß sich die erfaßten Antriebswerte ( $F_{antr1}, F_{antr2}$ ) in vorgebbare Weise voneinander unterscheiden, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß die Differenz oder die Differenzen zwischen den erfaßten Antriebswerten ( $F_{antr1}, F_{antr2}$ ) einen vorgebbaren ersten Schwellenwert überschreitet oder überschreiten und/oder
  - ein die Übersetzung des Fahrzeuggetriebes repräsentierendes Signal (i) erzeugt wird und die Zeitpunkte ( $t_1, t_2$ ) in Abhängigkeit von dem erzeugten Signal (i) gewählt werden, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß zu den Zeitpunkten unterschiedliche Getriebeübersetzungen vorliegen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu dem Vergleich ermittelt wird, ob die bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ( $M_1, M_2$ ) innerhalb eines vorgebbaren Bereichs liegen, wobei insbesondere ermittelt wird, ob die Differenz ( $\Delta M$ ) oder die Differenzen zwischen den bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerten ( $M_1, M_2$ ) einen vorgebbaren zweiten Schwellenwert über- oder unterschreiten.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ( $M_1, M_2$ ) tiefpaßgefiltert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Massenwert ( $M_{ges}$ ) nur dann ermittelt wird, wenn die bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ( $M_1, M_2$ ) innerhalb eines vorgebbaren Bereichs liegen.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Massenwertes ( $M_{ges}$ ) weiterhin wenigstens einer der bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ( $M_1, M_2$ ) herangezogen wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß als Massenwert ( $M_{ges}$ ) der Mittelwert ( $M_f$ ) aus wenigstens zwei der bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ( $M_1, M_2$ ) ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ( $M_1, M_2$ ) weiterhin ein die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentierender Wert ( $V_{Fhzg}$ ) und/oder ein die Drehgeschwindigkeit der Fahrzeugräder repräsentierender Wert ( $N_{ij}$ ) herangezogen wird.
8. Vorrichtung zur Ermittlung eines die Fahrzeugmasse repräsentierenden Massenwertes ( $M_{ges}$ ) eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Nutzkraftfahrzeugs, mit einer Antriebseinheit, mit
  - ersten Erfassungsmitteln (11ij, 21), mittels der wenigstens ein erster und ein zweiter Beschleunigungswert ( $a_1, a_2$ ), die die Fahrzeugbeschleunigung zu einem ersten und einem zweiten Zeitpunkt ( $t_1, t_2$ ) repräsentieren, erfaßt werden,
  - zweite Erfassungsmittel (104), mittels der wenigstens ein erster und ein zweiter Antriebswert ( $F_{antr1}, F_{antr2}$ ), die die Antriebskraft oder das Antriebsmoment der Antriebseinheit zu dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt repräsentieren, erfaßt werden,
  - Bestimmungsmittel (22), mittels der wenigstens ein erster und zweiter Fahrwiderstands- oder Massenschätzwert ( $M_1, M_2$ ) wenigstens abhängig von den erfaßten Beschleunigungswerten und den erfaßten Antriebswerten bestimmt werden,
  - Mittel (27) zur Ermittlung des Massenwertes ( $M_{ges}$ ) wenigstens abhängig von einem Vergleich (25) wenigstens des bestimmten ersten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwertes und mit dem bestimmten zweiten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Zeitpunkte ( $t_1, t_2$ ) derart gewählt werden, daß sich die erfaßten Antriebswerte ( $F_{antr1}, F_{antr2}$ ) in vorgebbare Weise voneinander unterscheiden, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß die Differenz oder die Differenzen zwischen den erfaßten Antriebswerten ( $F_{antr1}, F_{antr2}$ ) einen vorgebbaren ersten Schwellenwert überschreitet oder überschreiten und/oder
  - ein die Übersetzung des Fahrzeuggetriebes repräsentierendes Signal (i) erzeugt wird und die Zeitpunkte ( $t_1, t_2$ ) in Abhängigkeit von dem erzeugten Signal (i) gewählt werden, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß zu den Zeitpunkten unterschiedliche Getriebeübersetzungen vorliegen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Vergleich ermittelt wird, ob die bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerte ( $M_1, M_2$ ) innerhalb eines vorgebbaren Bereichs liegen, wobei insbesondere ermittelt wird, ob die Differenz ( $\Delta M$ ) oder die Differenzen zwischen den bestimmten Fahrwiderstands- oder Massenschätzwerten ( $M_1, M_2$ ) einen vorgebbaren zweiten Schwellenwert nicht überschreiten.



- Leerseite -

Fig. 1

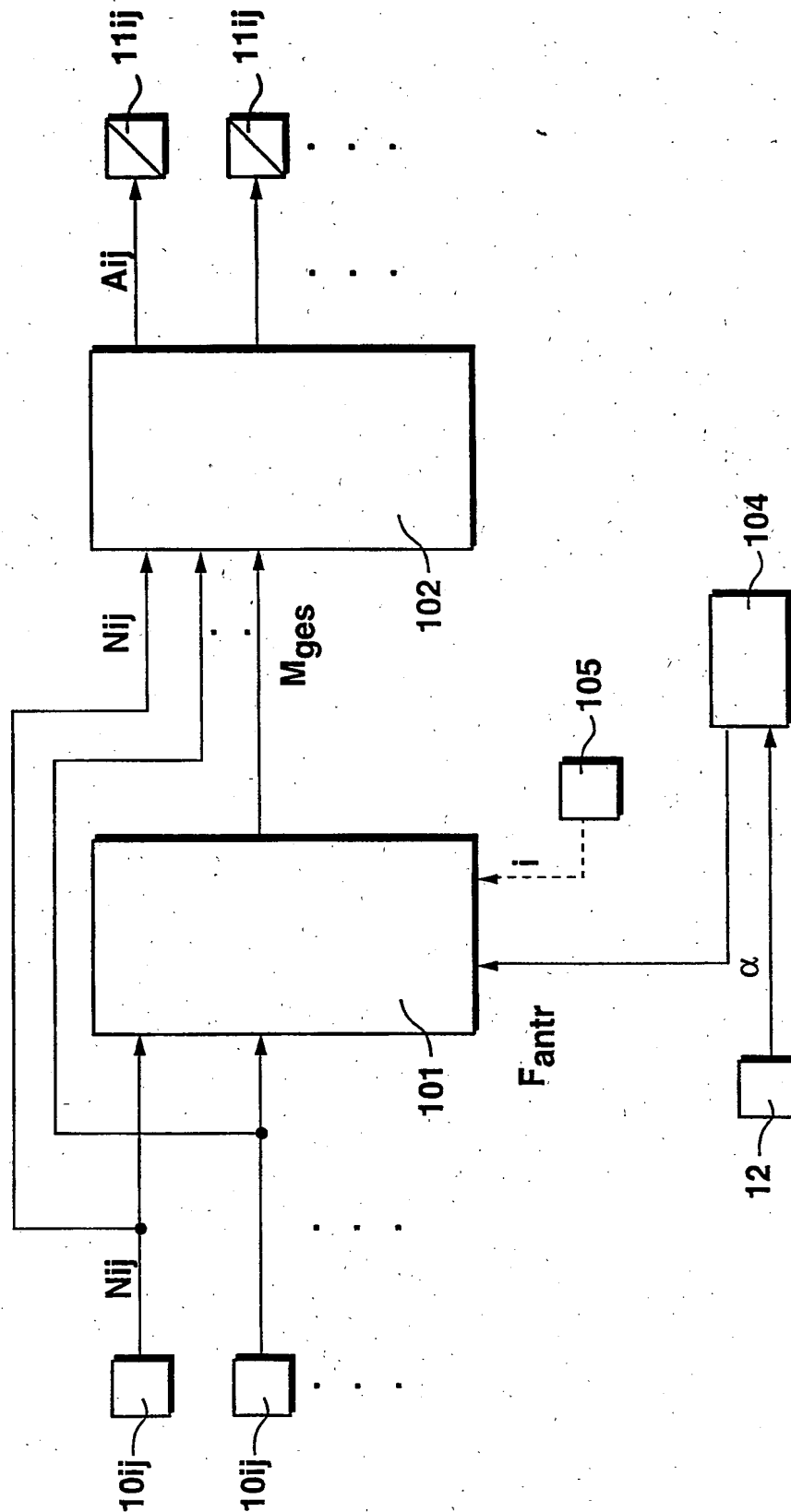


Fig. 2

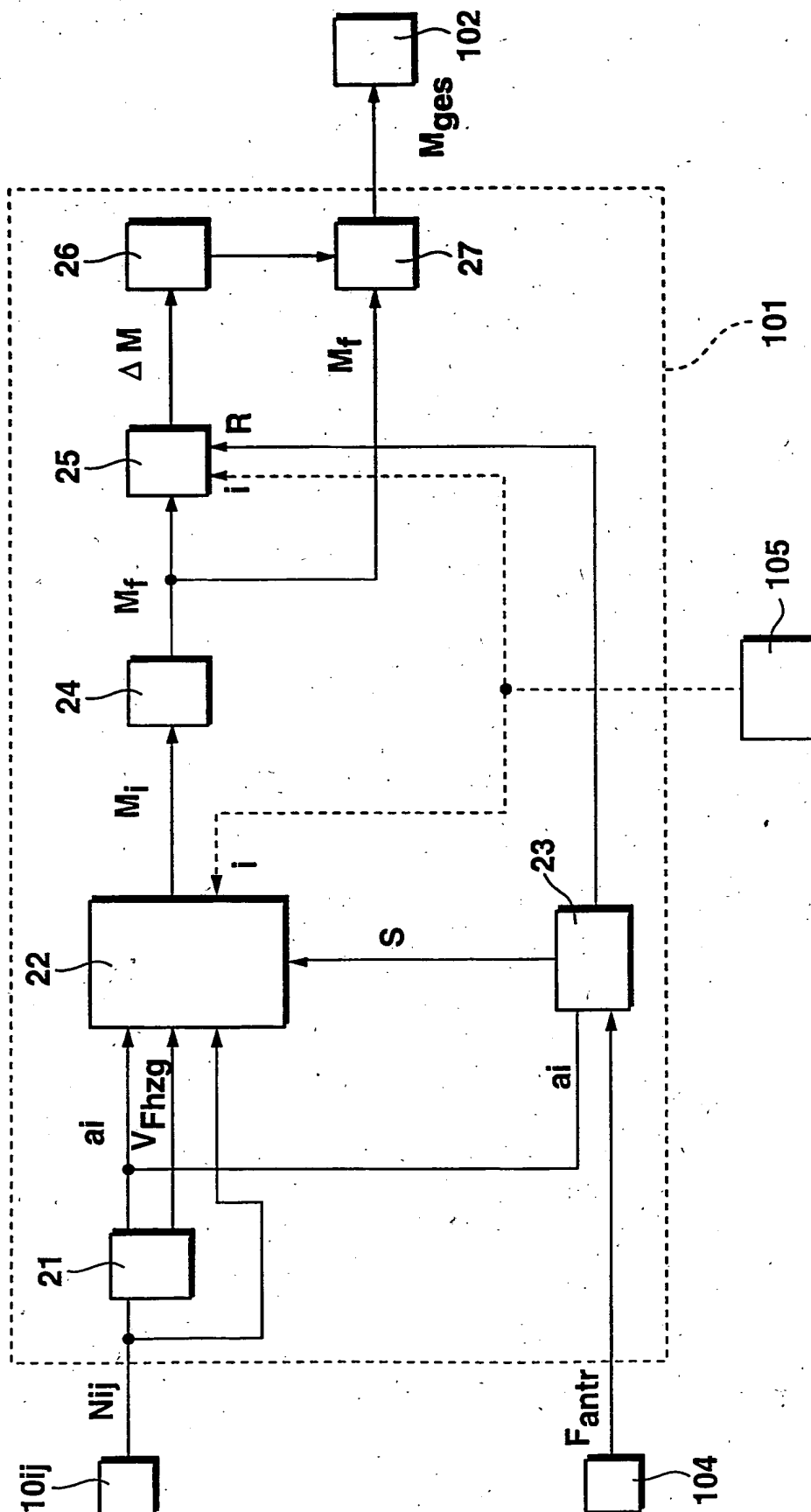


Fig. 3

